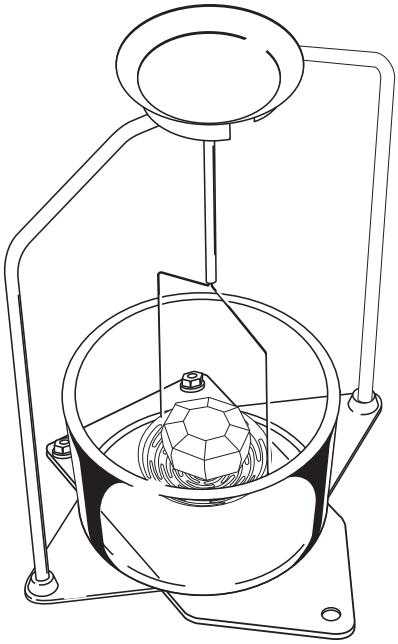
**Instrucciones de funcionamiento | Istruzioni per l'uso**

# Sartorius YDK01, YDK01-0D, YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS

Kit para la determinación de la densidad
Dispositivo per la determinazione della densità



98647-002-38

**Español – pagina 3**

**Italiano – pagina 27**

# Contenido

**YDK01, YDK01-0D: Kit de componentes** 5
**YDK01, YDK01-0D: Puesta en funcionamiento** 6

**YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Kit de componentes** 8
**YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Puesta en funcionamiento** 9

**Métodos para la determinación de la densidad** 13

**Fuentes de error y posibilidades de corrección** 14

**Determinación de la densidad** 17
– cuerpos sólidos 17
– sólidos con una densidad < 1 g/cm$^3$ 18
– líquidos 20

**Empleo en metrología legal** 21

**Tablas** 22
Valores de densidad del $H_2O$ 22
Valores de densidad del etanol 23

**Apéndice** 24

Con este Kit para la determinación de la densidad Sartorius Ud. ha adquirido un accesorio de alto valor para su balanza electrónica.

Con este accesorio, Sartorius le facilita el trabajo diario.

Le pedimos que lea estas instrucciones de instalación y manejo con mucha atención, antes de comenzar con el equipamiento de la balanza y el trabajo con el Kit para la determinación de la densidad.

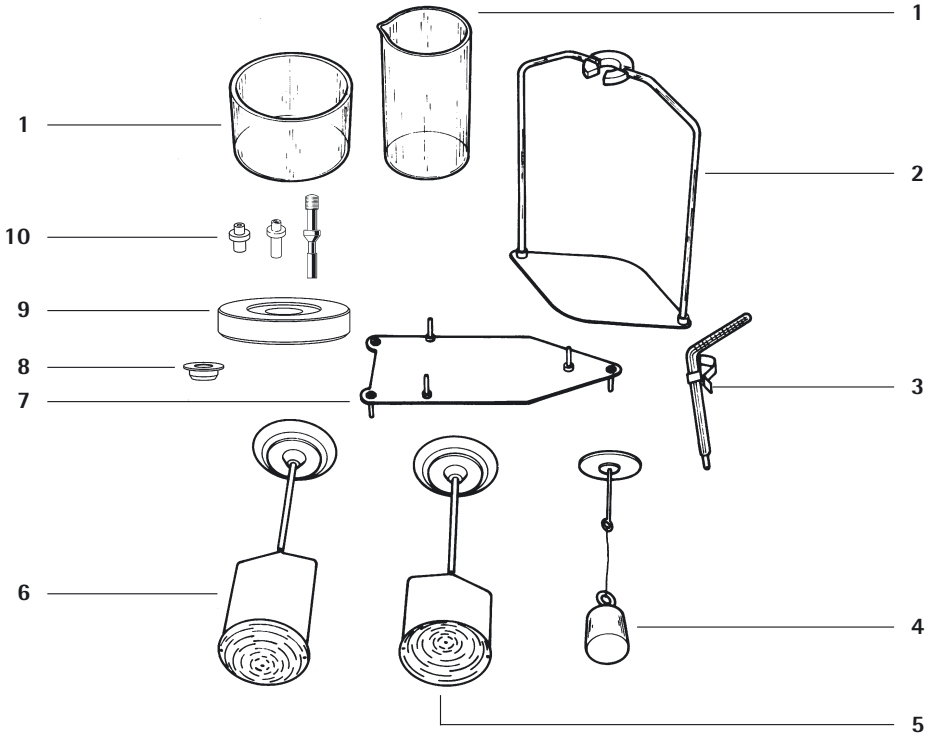
**Al equipar su balanza con un programa para la determinación de la densidad, éste realizará el cálculo de los valores Rho automáticamente.**

**Para este caso, le rogamos observar las advertencias sobre la instalación y manejo.**

Luego, el proceso de determinación de la densidad debería realizarse según se describe en las instrucciones del programa para la determinación de la densidad.

**Advertencia sobre YDK01-0D:**
El kit para la determinación de la densidad YDK 01-0D puede utilizarse en metrología legal, para la determinación de la densisdad de líquidos.

# YDK01, YDK01-OD: Kit de componentes




**1** Vasos analíticos (∅ 76 mm y ∅ 55 mm)

**2** Soporte de barras

**3** Termómetro con brida de sujeción

**4** Dispositivo de vidrio

**5** Criba para sumergir muestras

**6** Platillo de inmersión

**7** Puente metálico

**8** Anillo obturador para modelos ME

**9** Anillo de ajuste para ME235S/P, ME254S para versiones de modelo hasta fines del año 2004

**10** Adattatori (3 pezzi)

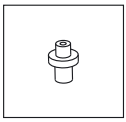
# YDK01, YDK01-0D:
# Puesta en funcionamiento

El Kit para la determinación de la densidad YDK 01, YDK 01-0D puede utilizarse con las siguientes balanzas:

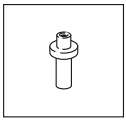
- balanzas ME
- balanzas BA con legibilidad ≤ 0,1 mg
- balanzas BP/CPA/CP/LA con legibilidad ≤ 0,1 mg, LE225D
- balanzas MC con capacidad de carga a partir de 210 g (serie Micro)
- balanzas RC (serie Research)

**Preparar el soporte de barras**
Antes de colocar el soporte en la balanza, montar el adaptador.

Seleccione el adaptador correspondiente para la balanza: (dimensión aprox.)

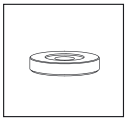


12 mm ∅, altura 16,5 mm
- balanzas BA, BP*, MC y RC



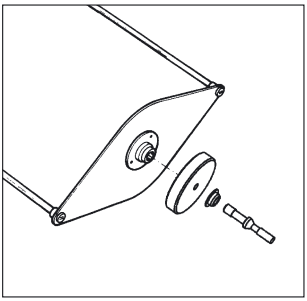
12 mm ∅, altura 25,5 mm
- balanzas BP**, CPA, CP, LA con legibilidad ≤ 0,1 mg, LE225D

8 mm ∅, altura 41,3 mm
- balanza ME con anillo obturador



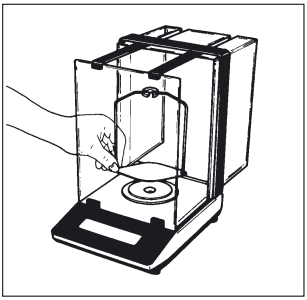
Anillo de ajuste para ME235S/P, ME254S
para versiones de modelo hasta fines del año 2004

* = BP 210 D, BP 300 S, BP 210 S, BP 160 P, BP 110 S
** = BP 211 D, BP 301 S, BP 221 S, BP 161 P, BP 121 S



Atornille el adaptador correspondiente, por debajo de la base del soporte.

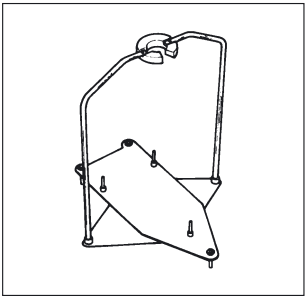
- Anillo de ajuste sólo para modelos ME235S/P, ME254S
- Anillo obturador sólo para los modelos ME
- Adaptador respectivo (ver pág anterior)



Quite los siguientes componentes de la balanza:

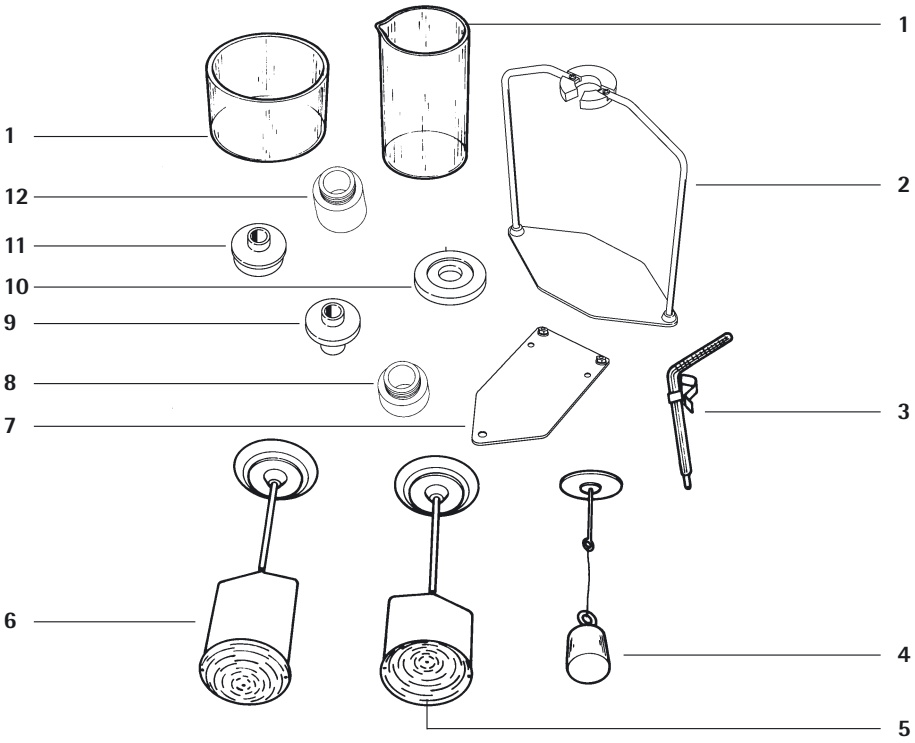
- platillo de pesada
- anillo de ajuste en balanzas BA/BP
- soporte de platillo de pesada en balanzas BA/BP

Coloque el soporte de barras en la cámara de pesada. La abertura cuneiforme, en la parte superior del soporte, ha de indicar en dirección de colocación del platillo de inmersión (criba de inmersión/ dispositivo de vidrio).



El puente metálico para la recepción del vaso analítico ha de colocarse en la base de la cámara de pesada, pasándolo por el soporte, en las balanzas BA, BP, CPA, CP y ME, con los pernos que presentan mayor distancia entre sí hacia abajo; en las balanzas MC/RC por el contrario, con los pernos internos hacia abajo.

# YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Kit de componentes




**1** Vasos analíticos (∅ 76 mm y ∅ 55 mm)

**2** Soporte de barras

**3** Termómetro con brida de sujeción

**4** Dispositivo de vidrio

**5** Criba para sumergir muestras

**6** Platillo de inmersión

**7** Puente metálico

**8** Adaptador para YDK01B, YDK01LP, YDK01MS: Modelos ED224S, ED124S, LE324S, LE244S

**9** Adaptador para balanzas LA/LP con protector analítico contra corr. de aire

**10** Anillo de ajuste para LA/LP 3200 D, LA/LP1200A

**11** Adaptador para balanzas LA/LP sin protector analítico contra corr. de aire

**12** YDK01LP: Adaptador para S/SI

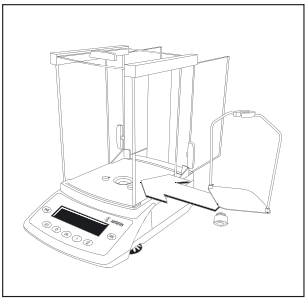
# YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Puesta en funcionamiento

## Finalidad de uso

– YDK01B para los modelos Sartorius BSA124 S/-CW, BSA224S/-CW, Acculab ATL-224/-I, ATL-124/-I, ATL-84/-I
– YDK01LP para las balanzas LA-/LP con una legibilidad de 1 mg, ED224S, ED124S, LE324S, LE244S, modelos S/SI
– YDK01MS para modelos de la serie Cubis con una legibilidad ≤ 0,1 mg
– YDK02MS para modelos de la serie Cubis con una legibilidad ≤ 1 mg

(M) **Para el uso en metrlogía legal:** YDK01B, YDK01LP, YDK01MS y YDK02MS no deben emplearse en metrología legal.

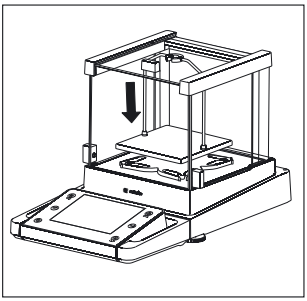
## Instalar el kit para la determinación de densidad:



● Quite el dispositivo de vidrio, el platillo de pesada y el soporte del platillo de pesada de la balanza

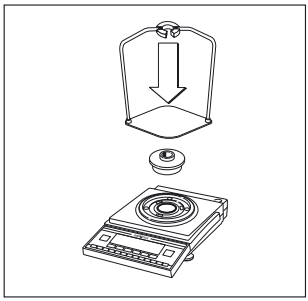
**YDK01B, YDK01MS y YDK01LP con los modelos ED224S, ED124S, LE324S, LE244S:**
● Atornille el adaptador (8) en el soporte
● Coloque el soporte en la balanza

○ La abertura cuneiforme superior en el soporte debe indicar en la dirección de colocación del platillo de inmersión (criba de inmersión/dispositivo de vidrio).



**YDK02MS:**
● Coloque el soporte en el platillo inferior de la balanza

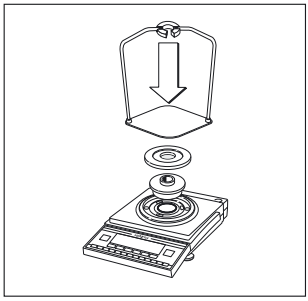
○ La abertura cuneiforme superior en el soporte debe indicar en la dirección de colocación del platillo de inmersión (criba de inmersión/dispositivo de vidrio).



**Balanzas LA/LP (excepto el modelo LA/LP3200D), LA/LP1200S**

● Colocar los componentes en el siguiente orden:
– adaptador largo
– soporte de barras

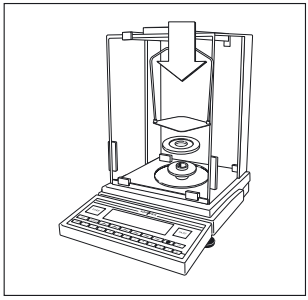
○ La abertura cuneiforme superior en el soporte debe indicar en la dirección de colocación del platillo de inmersión (criba de inmersión/dispositivo de vidrio).



**Balanzas LA/LP3200D, LA/LP1200S**

● Colocar los componentes en el siguiente orden:
– adaptador corto
– anillo de ajuste
– soporte de barras

○ La abertura cuneiforme superior en el soporte debe indicar en la dirección de colocación del platillo de inmersión (criba de inmersión/dispositivo de vidrio).

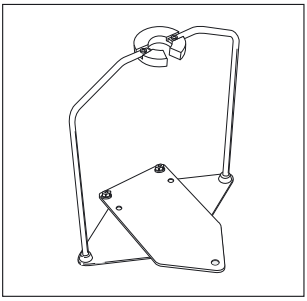


**Balanzas LA/LP con protector contra corrientes de aire YDS01LP**

● Colocar los componentes en el siguiente orden:
– adaptador largo
– Disco de compensación: sólo con LA/LP3200D, LA/LP1200S
– soporte de barras

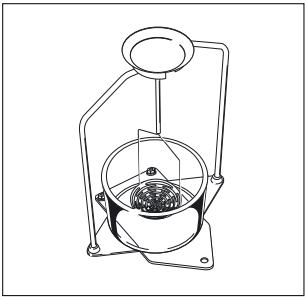
○ La abertura cuneiforme superior en el soporte debe indicar en la dirección de colocación del platillo de inmersión (criba de inmersión/dispositivo de vidrio).

## Seleccionar vaso analítico/ platillo de inmersión

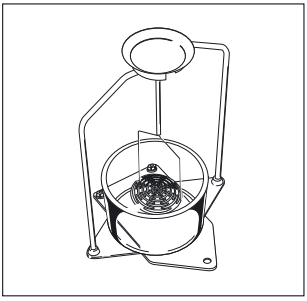


● Colocar el puente metálico para la recepción del vaso analítico en la balanza, pasándolo a través del soporte

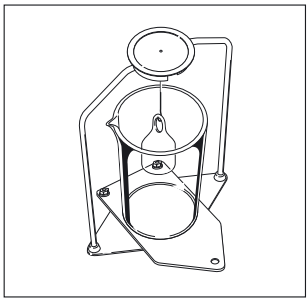
La selección del vaso analítico y del platillo de inmersión depende de la muestra a determinar:



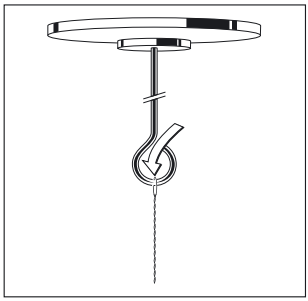
Determinación de la densidad de cuerpos sólidos, densidad mayor que la del líquido de inmersión:
– vaso analítico ∅ 76 mm, platillo (criba) de inmersión



Determinación de la densidad de cuerpos sólidos, densidad menor que la del líquido de inmersión:
– vaso analítico ∅ 76 mm, criba de inmersión

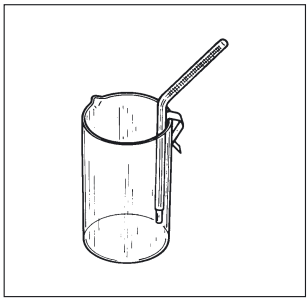


Determinación de la densidad de líquidos:
– vaso analítico ∅ 55 mm, dispositivo de vidrio



**Desembalar dispositivo sumergible de vidrio**
⚠ Peligro de rotura del alambre: ¡no doblar el alambre!
Sacar el dispositivo sumergible –en el asidor de vidrio– del embalaje.

**Montar dispositivo sumegible de vidrio**
● Enganchar el asa del alambre del cuerpo sumergible en el estribo del soporte.



**Termómetro**
● El termómetro se fija, en caso necesario, con la brida de sujeción, en el borde del vaso analítico.
○ El termómetro contiene mercurio y se corresponde con el estado de la técnica.

⚠ Los termómetros de mercurio pueden llegar a ser peligrosos si se rompen y se derrama el mercurio líquido. En ningún caso debe eliminarse el mercurio con un aspirador. Debería recogerse cuidadosamente con un paño. El paño y el mercurio deben meterse en un recipiente que pueda cerrarse y éste se entregará en un centro de recogida de basura especial (en Alemania residuo HG, AVV060404, basura sólida con contenido de mercurio). En estos centros deben entregarse también todos los termómetros viejos que ya no funcionen.

# Métodos para la determinación de la densidad

La determinación de la densidad de un cuerpo sólido, con el equipo de medición presente, se realiza mediante el "Principio de Arquímedes":

Un cuerpo inmerso en un líquido experimenta una fuerza de empuje hacia arriba. Esta fuerza es igual a la fuerza que ejerce el peso del líquido desplazado por el volumen del cuerpo.

Con una balanza hidrostática, que permite la medición del cuerpo sólido en el aire y en el agua, es posible **determinar la densidad de un cuerpo sólido**, si la densidad del medio de empuje es conocido:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(fl)}{W(a) - W(fl)}$$

o bien,

determinar **la densidad de un líquido**, si el volumen del cuerpo de inmersión es conocido.

$$\rho(fl) = \frac{G}{V}$$

en donde:

| | |
|---|---|
| $\rho$ | = densidad del cuerpo sólido |
| $\rho$ (fl) | = densidad del líquido |
| W (a) | = peso del cuerpo sólido en el aire |
| W (fl) | = peso del cuerpo sólido en el líquido |
| G | = empuje del cuerpo de inmersión |
| V | = volumen del cuerpo de inmersión |

# Fuentes de error y posibilidades de corrección

La ecuación aquí utilizada para la determinación de la densidad de cuerpos sólidos es una determinación, con una exactitud de una y hasta dos posiciones decimales, suficiente. Dependiendo de la exactitud requerida, han de considerarse los siguientes errores y factores de corrección.

- Dependencia de la temperatura de la densidad del líquido de empuje
- Empuje del aire al realizar la medición (en el aire)
- Modificación de la profundidad de inmersión del platillo arqueado al sumergir la muestra
- Adhesión del líquido en el alambre del que cuelga el platillo
- Burbujas de aire adheridas a la muestra

Los errores pueden corregirse según cálculo. Para esto se necesita:

- medir la temperatura del líquido y corregir la densidad del líquido correspondientemente
  y
- definir el diámetro interno del vaso receptor del líquido.

**Dependencia de la temperatura de la densidad del líquido**
La densidad del líquido de empuje depende de la temperatura. La modificación de la densidad por modificación de temperatura °C es equivalente al

- 0,02% para el agua destilada
- 0,1% para alcoholes e hidrocarburos,

que puede aparecer en la 3. posición decimal durante la determinación de la densidad.

Para corregir la densidad del líquido, respecto a la temperatura, se procede de la siguiente manera:

- la temperatura del líquido se mide con el termómetro suministrado
- la densidad de los líquidos de empuje más utilizados, agua y etanol, con temperatura ya medida, se indica en la tabla y se utiliza para ρ (fl).

**Empuje del aire**

Un volumen de 1 $cm^3$ de aire tiene, dependiendo de la temperatura, humedad del aire y presión del aire, un peso aprox. de 1,2 mg. En la medición en el aire el cuerpo experimenta por $cm^3$ de su volumen un empuje correspondiente. El error que resulta, al no considerar el empuje del aire, se registra en la tercera posición decimal, y que ha de ser corregido.

El empuje del aire se considera en la ecuación siguiente

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{W\,(a) - W\,(fl)} + \rho\,(a).$$

en donde r (a) = 0,0012 $g/cm^3$ = densidad del aire bajo condiciones normales (temperatura 20°C, presión 101,325 kPa).

**Profundidad de inmersión**

El platillo receptor, para la inmersión de la muestra durante la medición en líquido, está fijado por dos alambres y se sumerge aprox. 30 mm en el líquido. Puesto que la balanza se tara antes de cada medición, el empuje adicional, mediante la pieza sumergida del sistema de medida, no se considera en la determinación de la densidad.

En la medición en líquido, el volumen de líquido desplazado corresponde al volumen de la muestra. Esto hace que los alambres que fijan el platillo se sumerjan a más profundidad y originen un empuje adicional, el que se considera como error en la determinación de la densidad.

Este error se corrige mediante la ecuación siguiente:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{0.99983\,[W\,(a) - W\,(fl)]} + \rho\,(a)$$

Dado que el factor de corrección está determinado exclusivamente por la geometría de la disposición del sistema de medida, es indispensable utilizar en la determinación de la densidad de un cuerpo sólido sólo el recipiente suministrado con el mayor diámetro (76 mm). En el apéndice se indica como se obtiene este factor de corrección.

**Adhesión del líquido en el alambre**
Al sumergir el platillo (criba de inmersión) en el líquido de empuje se escurre líquido hacia arriba por el alambre, debido a las fuerzas de adhesión, resultando de esto un peso adicional de algunos miligramos.

Puesto que el platillo de inmersión (criba de inmersión), tanto en la medición en aire así como también en la medición en líquido, se encuentra en el medio de empuje y la balanza se tara al comienzo de cada medición, puede desatenderse la influencia del "menisco" del líquido.

Para reducir la tensión de superficie y el roce del líquido en el alambre se agrega, en el agua destilada contenida en el recipiente, aprox. tres gotas de un agente tensioactivo (Mirasol antiestático o detergente de limpieza común).

A causa del escurrimiento del líquido de empuje hacia arriba en el alambre, puede que el valor del peso sufra todavía una modificación lenta después de aparecer "g". Es por eso que, el valor de peso debería ser leído directamente después de aparecer "g" .

**Burbujas de aire**
El error de medición, producto de burbujas de aire adheridas en la muestra, puede estimarse de la manera siguiente: en una burbuja de aire con un diámetro de 0,5 mm resulta un empuje adicional menor que 0,1 mg, al realizar la medición en agua. Con un diámetro de 1 mm el empuje adicional resultante es de aprox. 0,5 mg, y con un diámetro de 2 mm aprox. 4,2 mg. Por eso, las burbujas de aire más grandes deberían barrerse con un pincel fino o medio auxiliar similar.

La humectación también puede realizarse de antemano, en un recipiente separado.

# Determinación de la densidad

**Determinación de la densidad de cuerpos sólidos**

**Preparación**
(en la descripción se utiliza agua destilada)
- Posicionar vaso analítico con el mayor diámetro (∅ 76 mm) en el centro del puente
- Llenar con agua destilada hasta aprox. 5 mm bajo el borde
- Echar tres gotas de agente tensioactivo en el agua destilada
- Fijar el termómetro con la abrazadera al borde del vaso analítico
- Limpiar el platillo de inmersión con algún disolvente (especialm. los alambres sumegidos) y colgarlo en el soporte de barras

**Proceso de medición**

**Determinar el peso de la muestra en el aire**
- Tarar balanza
- Colocar muestra en el platillo superior del soporte de barras y pesar
- Anotar el valor de peso W (a)

**Determinar el empuje G = W (a) – W (fl)**
- Tarar balanza con la muestra puesta en el platillo superior del soporte de barras
- Colocar la muestra en el platillo de inmersión[1])
- Anotar el valor absoluto del empuje indicado G con signo negativo

**Cálculo de la densidad**
- Leer la temperatura
- Utilizar el valor de la densidad ρ (fl) de la tabla, en el apéndice, considerando la temperatura ya leída
- Calcular la densidad según la ecuación siguiente:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - 0.0012\ g/cm^3]}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) y G en g; ρ (fl) en g/cm³
G= W (a) – W (fl)

[1]) (para esto se retira el platillo de estribo del dispositivo de medición, es importante aquí que al volver a sumergir en el líquido no se adhiera adicionalmente ninguna burbuja de aire; es mejor, en este caso, poner la muestra directamente con pinza o similar)

**Determinación de la densidad de cuerpos sólido con una densidad menor que < 1 g/cm$^3$**
En cuerpos sólidos con una densidad menor que 1 g/cm$^3$ es posible una determinación de la densidad mediante dos métodos diferentes.

**Método 1:**
Como líquido de empuje se utiliza agua destilada. Se utiliza el platillo de estribo con el platillo de inmersión invertido (criba de inmersión).

Primeramente, la muestra, para la determinación del empuje, se pone en la superficie del agua y sumergida luego con la criba de inmersión previamente retirada.

Pero también es posible colocar la muestra directamente bajo el platillo de criba con una pinza o similar (sin retirar la criba de inmersión del soporte).

Si el empuje de la substancia a medir es mayor que el peso de la criba de inmersión, entonces, tiene que aumentarse el peso de la criba de inmersión colocando peso adicional en el platillo superior del soporte.

**Método 2:**
Como medio de empuje se utiliza un líquido de densidad más baja que la utilizada para los cuerpos sólidos. Buenos resultados se han obtenido con etanol (hasta una densidad de aprox. 0,8 g/cm$^3$).

El valor de densidad $\rho$ (fl) del etanol se entrega en la tabla, en el apéndice, considerando la temperatura ya leída.

Al utilizar etanol se nota menos –respecto al agua destilada– la influencia negativa de la tensión de superficie del líquido en los resultados de medición.
No se requiere, por lo tanto, un agregado de tensioactivo.

**Al trabajar con etanol es indispensable considerar las prescripciones de seguridad vigentes.**

El segundo método debería aplicarse, si la densidad del cuerpo sólido se diferencia sólo mínimamente respecto a la del agua destilada. Dado que la muestra flota en el agua, pueden producirse, al aplicarse el primer método, errores de medición. La aplicación del segundo método es razonable cuando ha de determinarse la densidad de un granulado. Con el primer método es, en este caso, difícil de poner completamente el granulado bajo el platillo de criba.

La utilización de etanol debería evitarse, si la muestra pudiera ser atacada (disuelta).

**Preparación**
(en la descripción se utiliza agua destilada)

- Posicionar el vaso analítico con el mayor diámetro (∅ 76 mm) en el centro del puente
- Llenar con agua destilada hasta aprox. 5 mm bajo el borde
- Echar tres gotas de tensioactivo en el agua destilada
- Fijar el termómetro con la brida de sujeción al borde del vaso analítico
- Limpiar la criba de inmersión con detergente (en especial, los alambres sumergibles) y colgarlo en el soporte de barras

**Proceso de medición**

**Determinar el peso de la muestra en el aire**

- Tarar la balanza
- Colocar la muestra en el platillo superior del soporte y pesar
- Anotar el valor de peso W (a)

**Determinación del empuje**
**G = W (a) – W (fl)**

- Volver a tarar la balanza (con la muestra en el platillo superior del soporte)
- Colocar la muestra bajo la criba de inmersión, es decir, presionar con ésta bajo la superficie del líquido[1])
- Anotar empuje indicado con signo negativo G

**Cálculo de la densidad**

- Leer la temperatura
- Utilizar el valor de densidad ρ (fl) de la tabla, en el apéndice, considerando la temperatura ya leída
- Calcular la densidad según la ecuación siguiente:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(fl)}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) y G en g; ρ (fl) en g/cm³
G = W (a) – W (fl)

[1]) (para esto, se retira el platillo de estribo del dispositivo de medición; es indispensable aquí observar que al volver a sumergir en el líquido no se adhiera adicionalmente ninguna burbuja de aire; (es mejor, en este caso, colocar directamente la muestra con pinza o similar)

**Determinación de la densidad de líquidos**

**Preparación**

- Posicionar el vaso analítico con el menor diámetro (∅ 55 mm) en el centro del puente
- Fijar el termómetro al borde del vaso con la brida de sujeción

**Proceso de medición**

- Suspender, desde el soporte, el disco con el dispositivo de vidrio colgado con alambre
- Tarar la balanza
- Llenar el vaso analítico con el líquido a determinar hasta 10 mm por sobre el dispositivo de vidrio

**Determinación del empuje**
**G = W (a) – W (fl)**
El valor de peso negativo indicado por la balanza corresponde al empuje que experimenta el dispostivo de vidrio en el líquido.

- Anotar el empuje indicado G con signo negativo
- Leer y anotar la temperatura

**Calcular la densidad**

- Calcular la densidad según la ecuación siguiente:

$$\rho\,(fl) = \frac{G}{V}$$

G en g; V en $cm^3$

El dispositivo de vidrio del Kit para la determinación de la densidad tiene un volumen de 10 $cm^3$.

La densidad actual del líquido (en $g/cm^3$) se obtiene muy fácilmente, corriendo la coma en la lectura de la balanza en una posición decimal hacia la izquierda.

# Empleo en metrología legal

Un empleo en metrología legal debe realizarse con el Kit para la determinación de la densidad YDK 01-0D sólo para la determinación de
la densidad de líquidos.

Aquí se utilizan, adicionalmente, además del soporte de barras, adaptador y puente metálico del Kit para la determinación de la densidad
YDK 01-0D, las piezas siguientes

- Vaso analítico: ∅ 55 mm
- Dispositivo de vidrio Material: vidrio AR
  Volumen: 10 $cm^3$
  colgado con alambre constante
- Termómetro verificado: ejecución según E014.1
  escala de 15–25°C
  legibilidad 0,1°C
  precisión ±0,1°C

# Tablas

## Valores de densidad del $H_2O$ a temperatura T (en °C)

| T/°C | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.** | 0,99973 | 0,99972 | 0,99971 | 0,99970 | 0,99969 | 0,99968 | 0,99967 | 0,99966 | 0,99965 | 0,99964 |
| **11.** | 0,99963 | 0,99962 | 0,99961 | 0,99960 | 0,99959 | 0,99958 | 0,99957 | 0,99956 | 0,99955 | 0,99954 |
| **12.** | 0,99953 | 0,99951 | 0,99950 | 0,99949 | 0,99948 | 0,99947 | 0,99946 | 0,99944 | 0,99943 | 0,99942 |
| **13.** | 0,99941 | 0,99939 | 0,99938 | 0,99937 | 0,99935 | 0,99934 | 0,99933 | 0,99931 | 0,99930 | 0,99929 |
| **14.** | 0,99927 | 0,99926 | 0,99924 | 0,99923 | 0,99922 | 0,99920 | 0,99919 | 0,99917 | 0,99916 | 0,99914 |
| **15.** | 0,99913 | 0,99911 | 0,99910 | 0,99908 | 0,99907 | 0,99905 | 0,99904 | 0,99902 | 0,99900 | 0,99899 |
| **16.** | 0,99897 | 0,99896 | 0,99894 | 0,99892 | 0,99891 | 0,99889 | 0,99887 | 0,99885 | 0,99884 | 0,99882 |
| **17.** | 0,99880 | 0,99879 | 0,99877 | 0,99875 | 0,99873 | 0,99871 | 0,99870 | 0,99868 | 0,99866 | 0,99864 |
| **18.** | 0,99862 | 0,99860 | 0,99859 | 0,99857 | 0,99855 | 0,99853 | 0,99851 | 0,99849 | 0,99847 | 0,99845 |
| **19.** | 0,99843 | 0,99841 | 0,99839 | 0,99837 | 0,99835 | 0,99833 | 0,99831 | 0,99829 | 0,99827 | 0,99825 |
| **20.** | 0,99823 | 0,99821 | 0,99819 | 0,99817 | 0,99815 | 0,99813 | 0,99811 | 0,99808 | 0,99806 | 0,99804 |
| **21.** | 0,99802 | 0,99800 | 0,99798 | 0,99795 | 0,99793 | 0,99791 | 0,99789 | 0,99786 | 0,99784 | 0,99782 |
| **22.** | 0,99780 | 0,99777 | 0,99775 | 0,99773 | 0,99771 | 0,99768 | 0,99766 | 0,99764 | 0,99761 | 0,99759 |
| **23.** | 0,99756 | 0,99754 | 0,99752 | 0,99749 | 0,99747 | 0,99744 | 0,99742 | 0,99740 | 0,99737 | 0,99735 |
| **24.** | 0,99732 | 0,99730 | 0,99727 | 0,99725 | 0,99722 | 0,99720 | 0,99717 | 0,99715 | 0,99712 | 0,99710 |
| **25.** | 0,99707 | 0,99704 | 0,99702 | 0,99699 | 0,99697 | 0,99694 | 0,99691 | 0,99689 | 0,99686 | 0,99684 |
| **26.** | 0,99681 | 0,99678 | 0,99676 | 0,99673 | 0,99670 | 0,99668 | 0,99665 | 0,99662 | 0,99659 | 0,99657 |
| **27.** | 0,99654 | 0,99651 | 0,99648 | 0,99646 | 0,99643 | 0,99640 | 0,99637 | 0,99634 | 0,99632 | 0,99629 |
| **28.** | 0,99626 | 0,99623 | 0,99620 | 0,99617 | 0,99614 | 0,99612 | 0,99609 | 0,99606 | 0,99603 | 0,99600 |
| **29.** | 0,99597 | 0,99594 | 0,99591 | 0,99588 | 0,99585 | 0,99582 | 0,99579 | 0,99576 | 0,99573 | 0,99570 |
| **30.** | 0,99567 | 0,99564 | 0,99561 | 0,99558 | 0,99555 | 0,99552 | 0,99549 | 0,99546 | 0,99543 | 0,99540 |

## Valores de densidad del etanol a temperatura T (en °C)

| T/°C | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.** | 0,79784 | 0,79775 | 0,79767 | 0,79758 | 0,79750 | 0,79741 | 0,79733 | 0,79725 | 0,79716 | 0,79708 |
| **11.** | 0,79699 | 0,79691 | 0,79682 | 0,79674 | 0,79665 | 0,79657 | 0,79648 | 0,79640 | 0,79631 | 0,79623 |
| **12.** | 0,79614 | 0,79606 | 0,79598 | 0,79589 | 0,79581 | 0,79572 | 0,79564 | 0,79555 | 0,79547 | 0,79538 |
| **13.** | 0,79530 | 0,79521 | 0,79513 | 0,79504 | 0,79496 | 0,79487 | 0,79479 | 0,79470 | 0,79462 | 0,79453 |
| **14.** | 0,79445 | 0,79436 | 0,79428 | 0,79419 | 0,79411 | 0,79402 | 0,79394 | 0,79385 | 0,79377 | 0,79368 |
| **15.** | 0,79360 | 0,79352 | 0,79343 | 0,79335 | 0,79326 | 0,79318 | 0,79309 | 0,79301 | 0,79292 | 0,79284 |
| **16.** | 0,79275 | 0,79267 | 0,79258 | 0,79250 | 0,79241 | 0,79232 | 0,79224 | 0,79215 | 0,79207 | 0,79198 |
| **17.** | 0,79190 | 0,79181 | 0,79173 | 0,79164 | 0,79156 | 0,79147 | 0,79139 | 0,79130 | 0,79122 | 0,79113 |
| **18.** | 0,79105 | 0,79096 | 0,79088 | 0,79079 | 0,79071 | 0,79062 | 0,79054 | 0,79045 | 0,79037 | 0,79028 |
| **19.** | 0,79020 | 0,79011 | 0,79002 | 0,78994 | 0,78985 | 0,78977 | 0,78968 | 0,78960 | 0,78951 | 0,78943 |
| **20.** | 0,78934 | 0,78926 | 0,78917 | 0,78909 | 0,78900 | 0,78892 | 0,78883 | 0,78874 | 0,78866 | 0,78857 |
| **21.** | 0,78849 | 0,78840 | 0,78832 | 0,78823 | 0,78815 | 0,78806 | 0,78797 | 0,78789 | 0,78780 | 0,78772 |
| **22.** | 0,78763 | 0,78755 | 0,78746 | 0,78738 | 0,78729 | 0,78720 | 0,78712 | 0,78703 | 0,78695 | 0,78686 |
| **23.** | 0,78678 | 0,78669 | 0,78660 | 0,78652 | 0,78643 | 0,78635 | 0,78626 | 0,78618 | 0,78609 | 0,78600 |
| **24.** | 0,78592 | 0,78583 | 0,78575 | 0,78566 | 0,78558 | 0,78549 | 0,78540 | 0,78532 | 0,78523 | 0,78515 |
| **25.** | 0,78506 | 0,78497 | 0,78489 | 0,78480 | 0,78472 | 0,78463 | 0,78454 | 0,78446 | 0,78437 | 0,78429 |
| **26.** | 0,78420 | 0,78411 | 0,78403 | 0,78394 | 0,78386 | 0,78377 | 0,78368 | 0,78360 | 0,78351 | 0,78343 |
| **27.** | 0,78334 | 0,78325 | 0,78317 | 0,78308 | 0,78299 | 0,78291 | 0,78282 | 0,78274 | 0,78265 | 0,78256 |
| **28.** | 0,78248 | 0,78239 | 0,78230 | 0,78222 | 0,78213 | 0,78205 | 0,78196 | 0,78187 | 0,78179 | 0,78170 |
| **29.** | 0,78161 | 0,78153 | 0,78144 | 0,78136 | 0,78127 | 0,78118 | 0,78110 | 0,78101 | 0,78092 | 0,78084 |
| **30.** | 0,78075 | 0,78066 | 0,78058 | 0,78049 | 0,78040 | 0,78032 | 0,78023 | 0,78014 | 0,78006 | 0,77997 |

# Apéndice

Este apéndice le ayudará a comprender mejor cómo se han obtenido las fórmulas y factores de corrección.

**Principios básicos**

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa (g)}}{\text{Volumen (cm}^3\text{)}}$$

La ley de Arquímedes:
Un cuerpo inmerso en un líquido experimenta una fuerza de empuje (G). Esta fuerza es igual a la fuerza del peso del líquido desplazado por el volumen del cuerpo. El volumen de un cuerpo inmerso V (k) es igual al volumen del líquido desplazado V (fl).

Se determina:
1. El peso en el aire W (a)
2. Empuje del cuerpo en el líquido (G)

La densidad de un cuerpo es:

$$\rho = \frac{\text{Masa del cuerpo}}{\text{Volumen cuerpo}} = \frac{W\,(a)}{V\,(s)} = \frac{W\,(a)}{V\,(fl)}$$

Si la densidad $\rho$ (fl) del líquido desplazado es conocido, entonces

$$V\,(fl) = \frac{\text{Masa (fl)}}{\rho\,(fl)} = \frac{G}{\rho\,(fl)}$$

de aquí resulta:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{G}$$

**Cálculo**
La **densidad del cuerpo sólido** se calcula según la relación
$\rho : W\,(a) = \rho\,(fl) : W\,(a) - W\,(fl)$,
de aquí resulta:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{W\,(a) - W\,(fl)}$$

$W\,(a) - W\,(fl) = G$ = empuje de la muestra

La **densidad de un líquido** se determina del empuje del cuerpo de inmersión con volumen definido.

$$V\,(fl) = \frac{G}{V}$$

De donde:

| | |
|---|---|
| $\rho$ | = la densidad del cuerpo sólido |
| $\rho$ (fl) | = la densidad del líquido |
| W (a) | = el peso del cuerpo sólido en el aire |
| W (fl) | = el peso del cuerpo sólido en el líquido |
| G | = el empuje del platillo de inmersión |
| V | = el volumen del cuerpo de inmersión |

**Correcciones**
Para la corrección de la determinación de la densidad de cuerpos sólidos se consideran:

- **el empuje del aire, que experimenta la muestra al pesarse en el aire.**
  En donde r (a) = 0,0012 g/cm³ = la densidad del aire bajo condiciones normales (temperatura 20°C, presión 101,325 kPa);
  de aquí resulta:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [r\,(fl) - \rho\,(a)]}{W\,(a) - W\,(fl)} + \rho\,(a)$$

- **la inmersión de los alambres del platillo, es decir, de la criba de inmersión**
  Al emplear el Kit para la determinación de la densidad siguiente tiene que multiplicarse el empuje G = [W (a) – W (fl)] con el factror 0,99983 (Corr).
  Ecuación ampliada:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{[W\,(a) - W\,(fl)] \cdot corr} + \rho\,(a)$$

Este factor resulta al considerar el empuje de los alambres inmersos a más profundidad, al colocar la muestra.

**Obtención del factor de corrección:**
El empuje de los alambres inmersos depende de la altura “h”, que el líquido alcanza al sumergir la muestra.

Aquí el volumen de la muestra V (pr) corresponde al volumen del líquido V (fl). El volumen de la muestra se determina midiendo el empuje. Luego:

$$V\,(pr) = V\,(fl)$$

o bien,

$$\frac{W\,(a) - W\,(fl)}{\rho\,(fl)} = \frac{\pi \cdot h \cdot D^2}{4}$$

$$\text{Luego } h = \frac{4 \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]}{\rho\,(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

El empuje producido por los alambres inmersos “A” es:

$$A = 2 \cdot \frac{\pi - d^2}{4} \cdot h \cdot \rho\,(fl)$$

Al utilizar “h” resulta:

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 4 \cdot [W\,(a) - W\,(fl)] \cdot \rho\,(fl)}{4 \cdot \rho\,(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$A = 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

Al considerar el empuje de alambre, al empuje determinado de la muestra: G = W (a) – W (fl) hay que restar el empuje originado por los alambres “A”. El valor de empuje a considerar en el cálculo “A (Corr) ” es entonces: G – “A”.

$$A\,(corr) = [W\,(a) - W\,(fl)] - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

$$A\,(corr) = \left[1 - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2}\right] \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

En el Kit para la determinación de la densidad, para la determinación de la densidad de cuerpos sólidos se emplea el vaso analítico con el mayor diámetro (∅ 76 mm) y un dispositivo de inmersión con 2 alambres (diámetro 0,7 mm).
Al utilizar los valores para d = 0,7 mm y D = 76 mm, el factor de corrección resulta de:

$$1 - 2 \cdot \frac{0.7^2}{76^2} = \mathbf{0.99983}$$

Al utilizar equipos con otras dimensiones, ha de calcularse correspondientemente el nuevo factor de corrección.

# Indice

**YDK01, YDK01-OD: Componenti del dispositivo** 29
**YDK01, YDK01-OD: Messa in funzione** 30

**YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Componenti del dispositivo** 32
**YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Messa in funzione** 33

**Metodi per la determinazione della densità** 37

**Fonti di errore e possibilità di correzione** 38

**Determinazione della densità** 41
– di corpi solidi 41
– di corpi solidi con una densità <1 g/cm$^3$ 42
– di liquidi 44

**Utilizzo in metrologia legale** 45

**Tabelle** 46
Valori della densità dell'$H_2O$ 46
Valori della densità dell'etanolo 47

**Appendice** 48

Con questo dispositivo Sartorius per la determinazione della densità avete equipaggiato la Vostra bilancia di un accessorio di alta qualità.

Questo accessorio Vi faciliterà il Vostro lavoro giornaliero.
Si prega di leggere attentamente le istruzioni per l'installazione e l'uso prima di installare ed iniziare il lavoro con il dispositivo per la determinazione della densità.

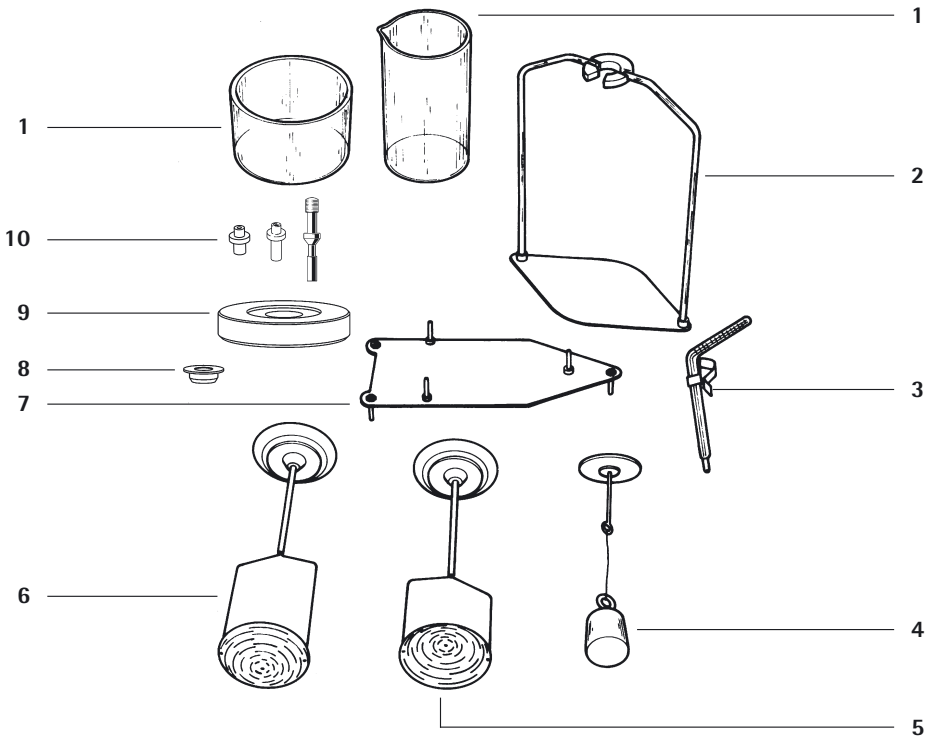
**Se la Vostra bilancia è dotata di un programma per la determinazione della densità, i valori rho saranno calcolati automaticamente dal programma stesso.**

**In questo caso, si prega di seguire le istruzioni operative contenute nel paragrafo "Messa in funzione".**

Il procedimento per la determinazione della densità è descritto dettagliatamente nel manuale del programma per la determinazione della densità.

**Avvertenza riguardante il dispositivo YDK01-0D:**
Il dispositivo YDK 01-0D può essere usato in metrologia legale per determinare la densità dei liquidi.

# YDK01, YDK01-OD: Componenti del dispositivo




**1** Becher (∅ 76 mm e ∅ 55 mm)

**2** Struttura di sospensione

**3** Termometro con clip di fissaggio

**4** Piombo calibrato in vetro

**5** Setaccio per l'immersione dei campioni

**6** Cestino per l'immersione dei campioni

**7** Ponte metallico

**8** Anello di tenuta per i modelli ME

**9** Disco di compensazione per ME235S/P, ME254S per i modelli anteriori al 2005

**10** Adattatori (3 pezzi)

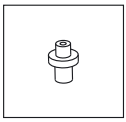
# YDK01, YDK01-0D: Messa in funzione

Il dispositivo per la determinazione della densità YDK 01, YDK 01-0D può essere usato con le seguenti bilance:

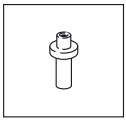
- bilance ME
- bilance BA con precisione di lettura di ≤ 0,1 mg
- bilance BP/CPA/CP/LA con precisione di lettura di ≤ 0,1 mg, LE225D
- bilance MC con un campo di pesata a partire da 210 g (serie Micro)
- bilance (serie Research) RC

**Preparazione della struttura di sospensione**
Prima di installare la struttura di sospensione sulla bilancia bisogna montare sulla stessa un adattatore.

Scegliere l'adattatore secondo il tipo di bilancia. (Dimensioni approssimative)

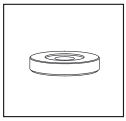


12 mm ∅, altezza 16,5 mm
- bilance BA, BP*, MC e RC



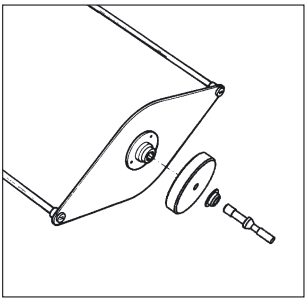
12 mm ∅, altezza 25,5 mm
- bilance BP**/CPA/CP/LA con una precisione di lettura di ≤ 0,1 mg, LE225D

8 mm ∅, altezza 41,3 mm
- bilance ME con anello di tenuta



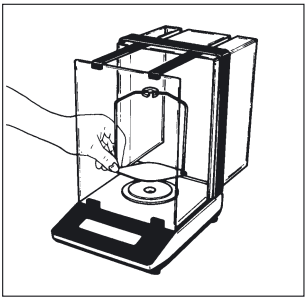
Disco di compensazione per ME235S/P, ME254S per i modelli anteriori al 2005

* = BP 210 D, BP 300 S, BP 210 S, BP 160 P, BP 110 S
** = BP 211 D, BP 301 S, BP 221 S, BP 161 P, BP 121 S



Avvitare l'adattatore corrispondente sotto la base della struttura di sospensione.

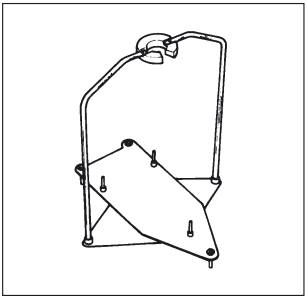
- Disco di compensazione solo per i modelli ME235S/P, ME254S
- Anello di tenuta solo per i modelli ME
- Adattatore rispettivo (vedi pagina precedente)



Togliere le seguenti parti dalla bilancia:

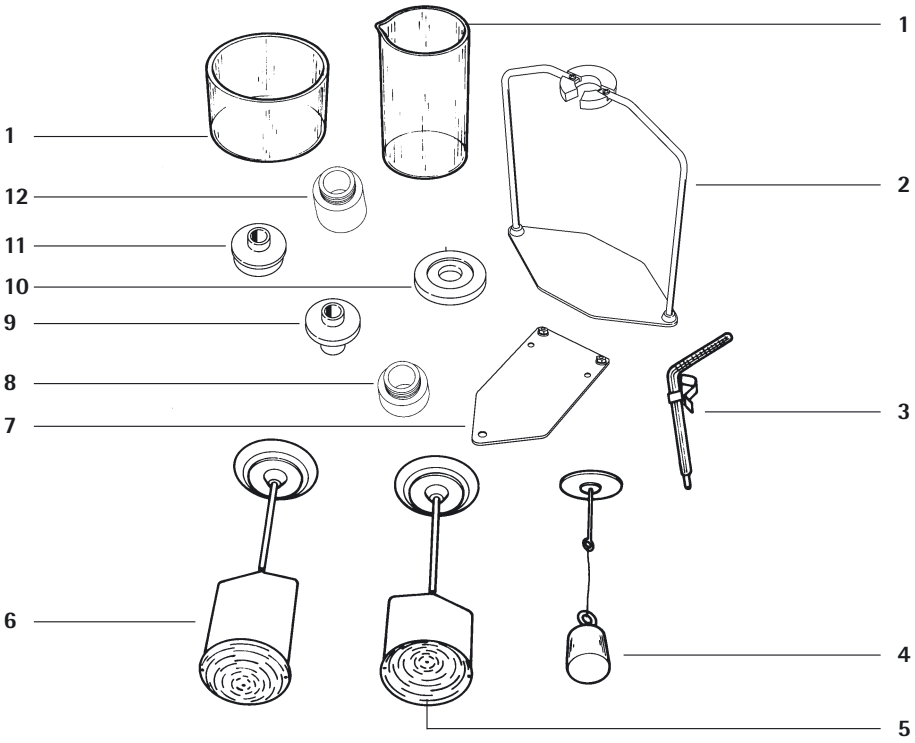
- Piatto di pesata
- Anello di compensazione per le bilance BA e BP
- Supporto del piatto per le bilance BA e BP

Installare la struttura dentro la camera di pesata. L'apertura cuneiforme della parte superiore della struttura indica in quale direzione deve essere posizionato il porta campioni (il cestino, il setaccio, il piombo in vetro) all'interno della struttura.



Utilizzare il ponte metallico come supporto per il becher. Posizionare il ponte sulla base della struttura trasversalmente, in modo che posi sulla base della camera di pesata. Per le bilance BA, BP, CPA, CP o ME, il ponte posa sui piedini esterni. Per le bilance RC e MC posa sui piedini interni.

# YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Componenti del dispositivo




**1** Becher (∅ 76 mm e ∅ 55 mm)

**2** Struttura di sospensione

**3** Termometro con clip di fissaggio

**4** Piombo calibrato in vetro

**5** Setaccio per l'immersione dei campioni

**6** Cestino per l'immersione dei campioni

**7** Ponte metallico

**8** Adattatore per YDK01B, YDK01MS, YDK01LP: modelli ED224S, ED124S, LE324S, LE244S

**9** Adattatore per i modelli LA/LP con schermatura anticorrente

**10** Disco di compensazione per i modelli LA/LP 3200 D, LA/LP1200A

**11** Adattatore per i modelli LA/LP senza schermatura anticorrente

**12** YDK01LP: Adattatore per i modelli S/SI

# YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS: Messa in funzione

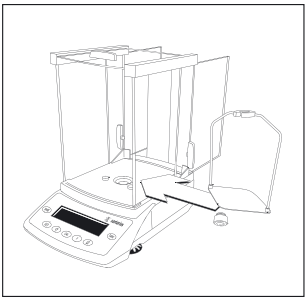
## Uso previsto

- YDK01B per modelli Sartorius BSA124 S/CW, BSA224S/CW, Acculab ATL-224/I, ATL-124/I, ATL-84/I
- YDK01LP per bilance LA e LP con una precisione di lettura di 1 mg, ED224S, ED124S, LE324S, LE244S, modelli S/SI
- YDK01MS per modelli della serie Cubis con una precisione di lettura ≤ 0,1 mg
- YDK02MS per modelli della serie Cubis con una precisione di lettura di 1 mg

(M) **Impiego del dispositivo in metrologia legale:**
I dispositivi YDK01B, YDK01LP, YDK01MS, YDK02MS non possono essere utilizzati in metrologia legale.

## Installazione del dispositivo per la determinazione della densità:

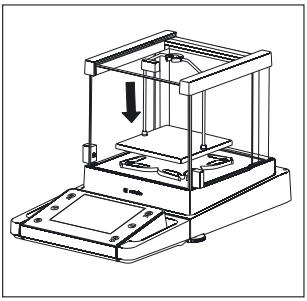
● Rimuovere dalla bilancia il paravento in vetro, il piatto di pesata e il supporto del piatto



**YDK01B, YDK01MS eYDK01LP per modelli ED224S, ED124S, LE324S, LE244S:**

● Avvitare l'adattatore (8) alla struttura di sospensione
● Collocare la struttura di sospensione sulla bilancia

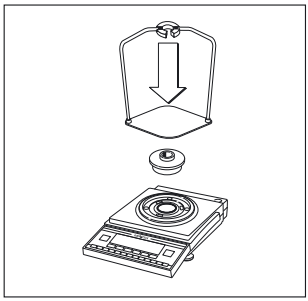
○ L'apertura cuneiforme della parte superiore della struttura indica in quale direzione deve essere posizionato il porta campioni (il cestino, il setaccio il piombo in vetro) all'interno della struttura.



**YDK02MS:**

● Collocare la struttura di sospensione sul supporto del piatto della bilancia

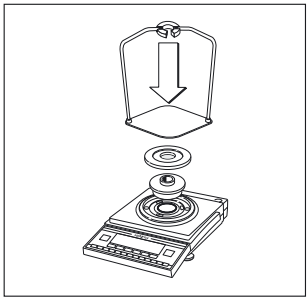
○ L'apertura cuneiforme della parte superiore della struttura indica in quale direzione deve essere posizionato il porta campioni (il cestino, il setaccio il piombo in vetro) all'interno della struttura.



**Bilance LA/LP, eccetto i modelli LA/LP3200D, LA/LP1200S**

Montare le parti nel seguente ordine:
- Adattatore corto
- Struttura di sospensione

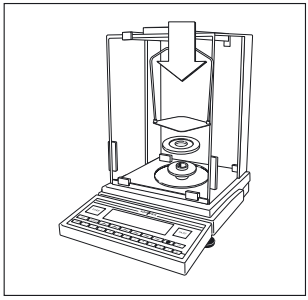
○ L'apertura cuneiforme della parte superiore della struttura indica in quale direzione deve essere posizionato il porta campioni (il cestino, il setaccio il piombo in vetro) all'interno della struttura.



**Bilance LA/LP3200D, LA/LP1200S**

● Montare le parti nel seguente ordine:
- Adattatore corto
- Disco di compensazione
- Struttura di sospensione

○ L'apertura cuneiforme della parte superiore della struttura indica in quale direzione deve essere posizionato il porta campioni (il cestino, il setaccio, il piombo in vetro) all'interno della struttura.

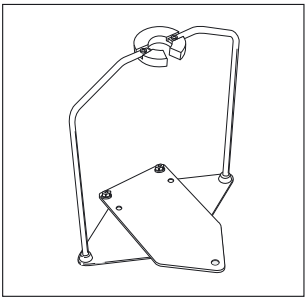


**Bilance LA/LP con protezione anticorrente YDS01LP**

● Montare le parti nel seguente ordine:
- Adattatore lungo
- Disco di compensazione: solo con LA/LP3200D, LA/LP1200S
- Struttura di sospensione

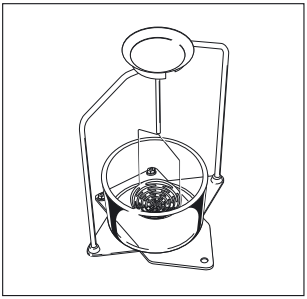
○ L'apertura cuneiforme della parte superiore della struttura indica in quale direzione deve essere posizionato il porta campioni (il cestino, il setaccio il piombo in vetro) all'interno della struttura.

## Scelta dei becher/ accessori di immersione



● Usare il ponte metallico come supporto del becher. Installare il ponte sulla base della struttura e collocare entrambi sulla bilancia.

La scelta dei becher e degli accessori di immersione dipende dal tipo di campioni da analizzare.

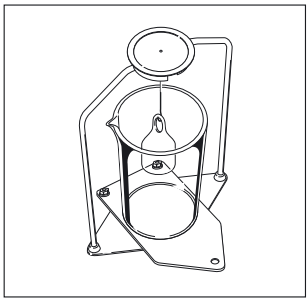


Per la determinazione della densità dei campioni solidi con una densità superiore a quella del liquido di immersione, utilizzare:

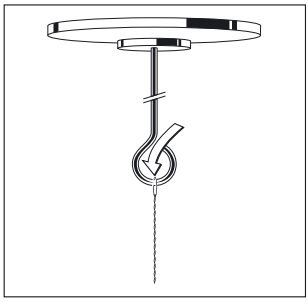
– il becher di 76 mm ∅ ed il cestino di immersione

Per la determinazione della densità di campioni solidi con una densità inferiore a quella del liquido di immersione, utilizzare:

– il becher di 76 mm ∅ ed il setaccio di immersione per tenere i campioni immersi.



Per determinare la densità dei liquidi, utilizzare
– il becher di 55 mm ∅ ed il piombo in vetro.

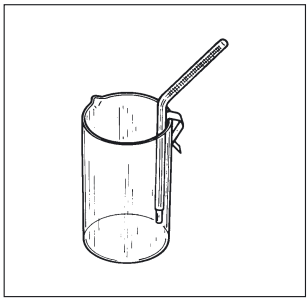


**Disimballaggio del piombo in vetro**

⚠ Attenzione: non piegare il filo metallico perché potrebbe rompersi! Estrarre il piombo dall'imballaggio dalla parte dell'occhiello in vetro.

**Installazione del piombo in vetro**

● Agganciare il filo metallico del piombo al gancio del supporto.



**Termometro**

● Se necessario, fissare il termometro al bordo del becher utilizzando la clip di fissaggio.
○ Il termometro contiene mercurio e corrisponde allo stato della tecnica.

⚠ I termometri a mercurio possono essere tossici qualora vi sia una fuoriuscita del mercurio causata dalla rottura del termometro. Per eliminare il mercurio non usare in nessun caso un'aspirapolvere.
Il mercurio va tolto con cautela usando un panno che poi deve essere messo in un contenitore chiudibile ed essere eliminato come rifiuto speciale (in Germania come rifiuto altamente tossico, AVV060404, rifiuto solido contenente mercurio). A questa categoria di rifiuti appartengono anche vecchi termometri non più funzionanti.

# Metodi per la determinazione della densità

Con questo dispositivo di misurazione, la densità di un campione solido viene determinata applicando il principio di Archimede:

Un solido immerso in un liquido è sottoposto ad una spinta idrostatica, cioè ad una spinta verso l'alto. Il valore di questa forza è uguale a quella del peso del liquido spostato dal volume del campione.

Con una bilancia idrostatica che permette di pesare un corpo solido sia in aria che in acqua, è possibile:

determinare la **densità di un solido** se la densità del liquido che causa la spinta idrostatica è conosciuta:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot \rho(fl)}{W(a) - W(fl)}$$

oppure

determinare la **densità di un liquido** se è conosciuto il volume del solido immerso:

$$\rho(fl) = \frac{G}{V}$$

dove:

| | |
|---|---|
| $\rho$ | = densità del corpo solido |
| $\rho$ (fl) | = densità del liquido |
| W (a) | = peso del corpo solido in aria |
| W (fl) | = peso del corpo solido nel liquido |
| G | = spinta idrostatica del corpo solido immerso |
| V | = volume del corpo solido immerso |

# Fonti di errore e possibilità di correzione

La formula della pagina precedente per la determinazione della densità di un corpo solido è sufficiente per ottenere una precisione di uno fino a due decimali. Per un livello di precisione superiore, si devono tenere in considerazione i seguenti fattori di errore e di correzione.

- La densità del liquido che causa la spinta idrostatica dipende dalla sua temperatura
- La spinta aerostatica durante la pesata in aria
- Il cambiamento del livello di immersione dei fili metallici del porta campioni quando il campione viene immerso
- La tensione superficiale del liquido sui fili metallici del porta campioni
- Le bolle d'aria sul campione

Alcuni di questi errori possono essere corretti mediante un'operazione di calcolo. Per eseguire questo calcolo procedere nel seguente modo:

- misurare la temperatura del liquido di riferimento e correggere la sua densità in modo corrispondente
  e
- definire il diametro interno del recipiente contenente il liquido di riferimento.

**Influenza della temperatura sulla densità del liquido**
La densità del liquido che causa la spinta idrostatica dipende dalla temperatura. La variazione della densità dipendente da una modifica della temperatura in °C è dell'ordine di

- 0,02% per l'acqua distillata
- 0,1% per gli alcoli e idrocarburi

vale a dire, questa può influenzare il terzo decimale del risultato della determinazione della densità.

Per correggere la densità del liquido in funzione della temperatura, procedere come segue:

- misurare la temperatura del liquido con il termometro fornito con l'equipaggiamento
- usare la tabella che si trova in fondo al manuale per conoscere la densità dei liquidi comunemente più usati, acqua ed etanolo, alla temperatura misurata ed utilizzare questa densità come valore ρ (fl).

**Spinta aerostatica**
Un volume di 1 $cm^3$ d'aria ha un peso di circa 1,2 mg secondo le condizioni della temperatura, dell'umidità dell'aria e della pressione. Quando un campione solido viene pesato in aria, è sottoposto ad una spinta aerostatica uguale al peso del volume dell'aria spostato. L'errore che ne risulta è sufficiente per influenzare il terzo decimale e quindi deve essere corretto.

La seguente formula tiene conto della spinta aerostatica:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{W\,(a) - W\,(fl)} + \rho\,(a).$$

Dove ρ (a) = 0,0012 $g/cm^3$ = densità dell'aria in condizioni standard (temperatura 20°C, pressione 101,325 kPa).

**Profondità di immersione**
Il piatto per portare o immergere il campione durante la pesata nel liquido è fissato a due fili metallici ed è immerso a 30 mm circa sotto la superficie del liquido. Dato che la bilancia viene tarata prima di ogni misurazione, la spinta idrostatica causata dalla parte immersa del dispositivo di misurazione non influenza la determinazione della densità.

Quando un campione solido viene pesato nel liquido sposta un volume di liquido uguale al volume del campione stesso. Questo porta ad un aumento del livello del liquido dato dall'ulteriore immersione dei fili metallici, generando quindi una spinta idrostatica che introduce un errore nella determinazione della densità.

Per correggere questo errore viene applicata la seguente formula:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{0.99983\,[W\,(a) - W\,(fl)]} + \rho\,(a)$$

Il fattore di correzione è stato determinato solo per la geometria dell'accessorio di misurazione della densità. Per questo motivo bisogna usare, per la determinazione della densità di un corpo solido, solo il becher con diametro di 76 mm fornito con l'equipaggiamento. L'appendice che si trova in fondo al manuale descrive i vari passi per il calcolo di questo fattore di correzione.

**Tensione superficiale sui fili metallici**
Quando il cestino (o il setaccio) è immerso nel liquido producendo la spinta idrostatica, il liquido aderisce ai fili metallici a causa delle tensioni superficiali e genera un peso supplementare dell'ordine di qualche milligrammo.

Dato che il cestino di immersione (o il setaccio) si trova nel liquido sia durante la pesata in aria sia durante la pesata nel liquido e dato che la bilancia viene tarata all'inizio di ogni misurazione, l'effetto di menisco può essere trascurato.

Per ridurre la tensione superficiale e la frizione del liquido sui fili metallici, aggiungere tre gocce di un tensioattivo (un antistatico oppure un comune detersivo per stoviglie) all'acqua distillata contenuta nel becher.

Poiché il liquido sale lungo tutto il filo, il peso può variare leggermente anche dopo l'apparizione del simbolo di stabilità "g". Si consiglia quindi di leggere subito il valore del peso prima dell'apparizione del simbolo "g".

**Bolle d'aria**
L'errore di misurazione causato dalle bolle d'aria che aderiscono al campione può essere calcolato nel modo seguente. Una bolla d'aria con un diametro di 0,5 mm causa una spinta idrostatica supplementare leggermente inferiore a 0,1 mg quando il campione viene pesato nell'acqua. Una bolla d'acqua con un diametro di 1 mm esercita un'influenza dell'ordine di 0,5 mg e una bolla d'aria di 2 mm causa una spinta idrostatica supplementare di circa 4,2 mg. Bolle d'aria di diametro maggiore devono essere assolutamente eliminate con l'aiuto di un pennellino o altri utensili.

Si può anche bagnare il campione in un recipiente a parte prima di pesarlo nel liquido.

# Determinazione della densità

**Determinazione della densità di corpi solidi**

**Preparazione**
(Il liquido impiegato in questa descrizione è acqua distillata)
- Posizionare il becher di grande diametro (76 mm ∅) al centro del ponte metallico
- Riempirlo con l'acqua distillata fino a 5 mm dal bordo
- Aggiungere le tre gocce di tensioattivo nell'acqua distillata
- Applicare il termometro al bordo del becher usando la clip di fissaggio
- Pulire il porta campioni con un solvente (in particolare i fili che saranno immersi) e appenderlo alla struttura di sospensione

**Procedimento di misurazione**

**Determinazione del peso del campione in aria**
- Tarare la bilancia
- Mettere il campione sul piatto superiore della struttura di sospensione e pesare
- Registrare il peso W (a)

**Determinazione della spinta idrostatica G = W (a) – W (fl)**
- Tarare la bilancia con il campione sul piatto superiore della struttura di sospensione
- Collocare il campione nel porta campioni[1])
- Registrare il valore assoluto della spinta idrostatica "G" visualizzata con un segno negativo

**Calcolo della densità**
- Leggere la temperatura del liquido di immersione
- Utilizzando le tabelle che si trovano in fondo al manuale, determinare la densità ρ (fl) del liquido di immersione alla temperatura appena misurata
- Calcolare la densità applicando la formula seguente:

$$\rho = \frac{W(a) \cdot [\rho(fl) - 0.0012\ g/cm^3]}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) e G in g; ρ (fl) in g/cm³
G= W (a) – W (fl)

[1]) Se si deve staccare la struttura di supporto del porta campioni dalla struttura di sospensione per effettuare questa operazione, fare attenzione che non aderiscano delle bolle d'aria nuove quando viene reimmersa nel liquido; è preferibile mettere il campione direttamente nel cestino usando una pinzetta o utensili simili.

**Determinazione della densità di corpi solidi con una densità < 1 g/cm$^3$**
Esistono due metodi per determinare la densità di corpi solidi con una densità inferiore a 1 g/cm$^3$.

**1° metodo:**
Per questo metodo, il liquido usato per creare la spinta idrostatica è l'acqua distillata, il cestino di immersione viene sostituito con il setaccio per immergere i campioni.

Per determinare la spinta idrostatica del campione, esso viene fatto galleggiare sulla superficie dell'acqua e poi viene immerso utilizzando il setaccio tolto in precedenza.

Si può anche utilizzare una pinzetta o utensili simili per collocare direttamente il campione sotto il setaccio (senza togliere il setaccio dalla struttura di sospensione).

Se la spinta idrostatica della sostanza da misurare è così forte che il peso del setaccio non è sufficiente ad immergere il campione, aumentare il peso del setaccio aggiungendo un peso supplementare al piatto superiore della struttura di sospensione.

**2° metodo:**
In questo caso, per creare la spinta idrostatica viene utilizzato un liquido la cui densità è minore di quella del corpo solido di cui si deve determinare la densità. Sono stati ottenuti buoni risultati usando l'etanolo (fino ad una densità di circa 0,8 g/cm$^3$).

La densità dell'etanolo ρ (fl) (in funzione della temperatura) è indicata nelle tabelle che si trovano in fondo al manuale.

Gli effetti negativi della tensione superficiale del liquido sui risultati di misurazione sono meno evidenti se si usa l'etanolo al posto dell'acqua distillata. Non è quindi necessario aggiungere il tensioattivo.

**Se si usa l'etanolo si consiglia di seguire scrupolosamente le precauzioni di sicurezza date.**

Questo secondo metodo viene usato solo se la densità del corpo solido varia leggermente da quella dell'acqua distillata. Dato che il campione è sospeso dentro l'acqua, potrebbero subentrare degli errori di misurazione se si utilizza il primo metodo. Allo stesso modo si consiglia di utilizzare il secondo metodo per la determinazione della densità di sostanze granulari, in quanto con il primo metodo sarebbe difficile mettere le il campione granulare sotto il setaccio.

Si dovrebbe evitare l'uso di etanolo se questo può attaccare o dissolvere il campione.

**Preparazione**
(Il liquido impiegato in questa descrizione è acqua)
- Posizionare il becher di grande diametro (76 mm ∅) al centro del ponte metallico
- Riempirlo con l'acqua distillata fino a 5 mm dal bordo
- Aggiungere tre gocce di tensioattivo all'acqua distillata
- Applicare il termometro al bordo del becher usando la clip di fissaggio
- Pulire il setaccio di immersione con un solvente (in particolare i fili che saranno immersi) e appenderlo alla struttura di sospensione

**Procedimento di misurazione**

**Determinazione del peso del campione in aria**
- Tarare la bilancia
- Mettere il campione sul piatto superiore della struttura di sospensione e pesare
- Registrare il peso W (a)

**Determinazione della spinta idrostatica G = W (a) – W (fl)**
- Tarare la bilancia con il campione posto sul piatto superiore della struttura di sospensione
- Collocare il campione sotto il setaccio di immersione o immergerlo sotto la superficie del liquido usando il setaccio stesso[1])
- Registrare il valore assoluto della spinta idrostatica "G" visualizzata con un segno negativo

**Calcolo della densità**
- Leggere la temperatura del liquido di immersione
- Utilizzando le tabelle che si trovano in fondo al manuale, determinare la densità ρ (fl) del liquido di immersione alla temperatura appena misurata
- Calcolare la densità applicando la formula seguente:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{0.99983\ G} + 0.0012\ g/cm^3$$

W (a) e G in g; ρ (fl) in g/cm³
G = W (a) – W (fl)

[1]) Se si deve staccare la struttura di supporto del porta campioni dalla struttura di sospensione, fare attenzione che non aderiscano delle bolle d'aria nuove quando viene reimmerso nel liquido; è preferibile mettere il campione direttamente sotto il setaccio usando una pinzetta o utensili simili.

**Determinazione della densità dei liquidi**

**Preparazione**

- Posizionare il becher di piccolo diametro (55 mm ∅) al centro del ponte metallico
- Applicare il termometro al bordo del becher usando la clip di fissaggio

**Procedimento di misurazione**

- Appendere alla struttura il disco con il piombo in vetro (appeso ad un filo)
- Tarare la bilancia
- Riempire il becher con il liquido di cui deve essere determinata la densità fino a 10 mm sopra il piombo in vetro

**Determinazione della spinta idrostatica G = W (a) – W (fl)**

Il valore di peso negativo visualizzato dalla bilancia corrisponde alla spinta idrostatica che agisce sul piombo in vetro nel liquido.

- Registrare il valore assoluto della spinta idrostatica "G" visualizzata con un segno negativo
- Leggere la temperatura e registrarla

**Calcolo della densità**

- Per calcolare la densità usare la formula seguente:

$$\rho\,(fl) = \frac{G}{V}$$

G è espresso in g; V in $cm^3$

Il piombo in vetro incluso nel set per la determinazione della densità ha un volume di 10 $cm^3$.

È facile ottenere la densità del liquido (in $g/cm^3$); basta spostare mentalmente la virgola di un decimale verso sinistra nel display della bilancia.

# Utilizzo in metrologia legale

ll dispositivo per la determinazione della densità YDK 01-0D, può essere usato in metrologia legale solo per la determinazione della densità dei liquidi.

Oltre alla struttura di sospensione, l'adattatore ed il ponte metallico sono necessari i seguenti componenti forniti con l'equipaggiamento del dispositivo YDK 01-0D:

| | |
|---|---|
| – Becher | ∅ 55 mm |
| – Piombo in vetro | materiale: vetro AR<br>volume: 10 $cm^3$<br>sospeso ad un filo in constantan |
| – Termometro verificato per l'utilizzo in metrologia legale: | modello secondo EO14.1<br>scala da 15 a 25°C<br>precisione di lettura di 0,1°C<br>precisione ±0,1°C |

# Tabelle

### Densità dell'$H_2O$ alla temperatura T (in °C)

| T/°C | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.** | 0,99973 | 0,99972 | 0,99971 | 0,99970 | 0,99969 | 0,99968 | 0,99967 | 0,99966 | 0,99965 | 0,99964 |
| **11.** | 0,99963 | 0,99962 | 0,99961 | 0,99960 | 0,99959 | 0,99958 | 0,99957 | 0,99956 | 0,99955 | 0,99954 |
| **12.** | 0,99953 | 0,99951 | 0,99950 | 0,99949 | 0,99948 | 0,99947 | 0,99946 | 0,99944 | 0,99943 | 0,99942 |
| **13.** | 0,99941 | 0,99939 | 0,99938 | 0,99937 | 0,99935 | 0,99934 | 0,99933 | 0,99931 | 0,99930 | 0,99929 |
| **14.** | 0,99927 | 0,99926 | 0,99924 | 0,99923 | 0,99922 | 0,99920 | 0,99919 | 0,99917 | 0,99916 | 0,99914 |
| **15.** | 0,99913 | 0,99911 | 0,99910 | 0,99908 | 0,99907 | 0,99905 | 0,99904 | 0,99902 | 0,99900 | 0,99899 |
| **16.** | 0,99897 | 0,99896 | 0,99894 | 0,99892 | 0,99891 | 0,99889 | 0,99887 | 0,99885 | 0,99884 | 0,99882 |
| **17.** | 0,99880 | 0,99879 | 0,99877 | 0,99875 | 0,99873 | 0,99871 | 0,99870 | 0,99868 | 0,99866 | 0,99864 |
| **18.** | 0,99862 | 0,99860 | 0,99859 | 0,99857 | 0,99855 | 0,99853 | 0,99851 | 0,99849 | 0,99847 | 0,99845 |
| **19.** | 0,99843 | 0,99841 | 0,99839 | 0,99837 | 0,99835 | 0,99833 | 0,99831 | 0,99829 | 0,99827 | 0,99825 |
| **20.** | 0,99823 | 0,99821 | 0,99819 | 0,99817 | 0,99815 | 0,99813 | 0,99811 | 0,99808 | 0,99806 | 0,99804 |
| **21.** | 0,99802 | 0,99800 | 0,99798 | 0,99795 | 0,99793 | 0,99791 | 0,99789 | 0,99786 | 0,99784 | 0,99782 |
| **22.** | 0,99780 | 0,99777 | 0,99775 | 0,99773 | 0,99771 | 0,99768 | 0,99766 | 0,99764 | 0,99761 | 0,99759 |
| **23.** | 0,99756 | 0,99754 | 0,99752 | 0,99749 | 0,99747 | 0,99744 | 0,99742 | 0,99740 | 0,99737 | 0,99735 |
| **24.** | 0,99732 | 0,99730 | 0,99727 | 0,99725 | 0,99722 | 0,99720 | 0,99717 | 0,99715 | 0,99712 | 0,99710 |
| **25.** | 0,99707 | 0,99704 | 0,99702 | 0,99699 | 0,99697 | 0,99694 | 0,99691 | 0,99689 | 0,99686 | 0,99684 |
| **26.** | 0,99681 | 0,99678 | 0,99676 | 0,99673 | 0,99670 | 0,99668 | 0,99665 | 0,99662 | 0,99659 | 0,99657 |
| **27.** | 0,99654 | 0,99651 | 0,99648 | 0,99646 | 0,99643 | 0,99640 | 0,99637 | 0,99634 | 0,99632 | 0,99629 |
| **28.** | 0,99626 | 0,99623 | 0,99620 | 0,99617 | 0,99614 | 0,99612 | 0,99609 | 0,99606 | 0,99603 | 0,99600 |
| **29.** | 0,99597 | 0,99594 | 0,99591 | 0,99588 | 0,99585 | 0,99582 | 0,99579 | 0,99576 | 0,99573 | 0,99570 |
| **30.** | 0,99567 | 0,99564 | 0,99561 | 0,99558 | 0,99555 | 0,99552 | 0,99549 | 0,99546 | 0,99543 | 0,99540 |

## Densità dell'etanolo alla temperatura T (in °C)

| T/°C | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **10.** | 0,79784 | 0,79775 | 0,79767 | 0,79758 | 0,79750 | 0,79741 | 0,79733 | 0,79725 | 0,79716 | 0,79708 |
| **11.** | 0,79699 | 0,79691 | 0,79682 | 0,79674 | 0,79665 | 0,79657 | 0,79648 | 0,79640 | 0,79631 | 0,79623 |
| **12.** | 0,79614 | 0,79606 | 0,79598 | 0,79589 | 0,79581 | 0,79572 | 0,79564 | 0,79555 | 0,79547 | 0,79538 |
| **13.** | 0,79530 | 0,79521 | 0,79513 | 0,79504 | 0,79496 | 0,79487 | 0,79479 | 0,79470 | 0,79462 | 0,79453 |
| **14.** | 0,79445 | 0,79436 | 0,79428 | 0,79419 | 0,79411 | 0,79402 | 0,79394 | 0,79385 | 0,79377 | 0,79368 |
| **15.** | 0,79360 | 0,79352 | 0,79343 | 0,79335 | 0,79326 | 0,79318 | 0,79309 | 0,79301 | 0,79292 | 0,79284 |
| **16.** | 0,79275 | 0,79267 | 0,79258 | 0,79250 | 0,79241 | 0,79232 | 0,79224 | 0,79215 | 0,79207 | 0,79198 |
| **17.** | 0,79190 | 0,79181 | 0,79173 | 0,79164 | 0,79156 | 0,79147 | 0,79139 | 0,79130 | 0,79122 | 0,79113 |
| **18.** | 0,79105 | 0,79096 | 0,79088 | 0,79079 | 0,79071 | 0,79062 | 0,79054 | 0,79045 | 0,79037 | 0,79028 |
| **19.** | 0,79020 | 0,79011 | 0,79002 | 0,78994 | 0,78985 | 0,78977 | 0,78968 | 0,78960 | 0,78951 | 0,78943 |
| **20.** | 0,78934 | 0,78926 | 0,78917 | 0,78909 | 0,78900 | 0,78892 | 0,78883 | 0,78874 | 0,78866 | 0,78857 |
| **21.** | 0,78849 | 0,78840 | 0,78832 | 0,78823 | 0,78815 | 0,78806 | 0,78797 | 0,78789 | 0,78780 | 0,78772 |
| **22.** | 0,78763 | 0,78755 | 0,78746 | 0,78738 | 0,78729 | 0,78720 | 0,78712 | 0,78703 | 0,78695 | 0,78686 |
| **23.** | 0,78678 | 0,78669 | 0,78660 | 0,78652 | 0,78643 | 0,78635 | 0,78626 | 0,78618 | 0,78609 | 0,78600 |
| **24.** | 0,78592 | 0,78583 | 0,78575 | 0,78566 | 0,78558 | 0,78549 | 0,78540 | 0,78532 | 0,78523 | 0,78515 |
| **25.** | 0,78506 | 0,78497 | 0,78489 | 0,78480 | 0,78472 | 0,78463 | 0,78454 | 0,78446 | 0,78437 | 0,78429 |
| **26.** | 0,78420 | 0,78411 | 0,78403 | 0,78394 | 0,78386 | 0,78377 | 0,78368 | 0,78360 | 0,78351 | 0,78343 |
| **27.** | 0,78334 | 0,78325 | 0,78317 | 0,78308 | 0,78299 | 0,78291 | 0,78282 | 0,78274 | 0,78265 | 0,78256 |
| **28.** | 0,78248 | 0,78239 | 0,78230 | 0,78222 | 0,78213 | 0,78205 | 0,78196 | 0,78187 | 0,78179 | 0,78170 |
| **29.** | 0,78161 | 0,78153 | 0,78144 | 0,78136 | 0,78127 | 0,78118 | 0,78110 | 0,78101 | 0,78092 | 0,78084 |
| **30.** | 0,78075 | 0,78066 | 0,78058 | 0,78049 | 0,78040 | 0,78032 | 0,78023 | 0,78014 | 0,78006 | 0,77997 |

# Appendice

Questa appendice dovrebbe aiutarVi a capire come sono stati derivati le formule e i fattori di correzione per la determinazione della densità.

**Principi fondamentali**

$$\text{Densità} = \frac{\text{Massa (g)}}{\text{Volume (cm}^3\text{)}}$$

Il principio di Archimede:
Un solido immerso in un liquido è sottoposto ad una forza detta spinta idrostatica (G). Il valore di questa forza è uguale al peso del volume del liquido spostato dal solido. Il volume di un solido immerso V (s) è uguale al volume del liquido spostato V (fl).

Si devono determinare:
1. Il peso del campione in aria: W (a)
2. La spinta idrostatica di un solido nel liquido: G

La densità del solido è :

$$\rho = \frac{\text{massa del solido}}{\text{volume del solido}} = \frac{W\,(a)}{V\,(s)} = \frac{W\,(a)}{V\,(fl)}$$

se la densità $\rho$ (fl) del liquido spostato è conosciuta, allora

$$V\,(fl) = \frac{\text{Massa (fl)}}{\rho\,(fl)} = \frac{G}{\rho\,(fl)}$$

perciò:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{G}$$

**Calcolo**
La densità di un solido è calcolata con l'equazione
$\rho : W\,(a) = \rho\,(fl) : W\,(a) - W\,(fl)$,

dove:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot \rho\,(fl)}{W\,(a) - W\,(fl)}$$

$W\,(a) - W\,(fl) = G =$ spinta idrostatica del campione.

La **densita del liquido** viene determinata in base alla spinta idrostatica del corpo immerso che ha un volume ben definito.

$$V\,(fl) = \frac{G}{V}$$

dove:

| | |
|---|---|
| $\rho$ | = densità del solido |
| $\rho$ (fl) | = densità del liquido |
| W (a) | = peso del solido in aria |
| W (fl) | = peso del solido nel liquido |
| G | = spinta idrostatica del corpo solido immerso |
| V | = volume del corpo solido immerso |

**Fattori di correzione**
Durante la determinazione della densità di corpi solidi bisogna tenere in considerazione i seguenti fattori di correzione:

– **La spinta aerostatica applicata al campione durante la pesata in aria**
dove $\rho$ (a) = 0,0012 g/cm$^3$ = densità dell'aria in condizioni normali della temperatura e della pressione (20°C e 101,325 kPa);
ne consegue che:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [r\,(fl) - \rho\,(a)]}{W\,(a) - W\,(fl)} + \rho\,(a)$$

– **L'immersione dei fili metallici del cestino di immersione o del setaccio**
Quando si usa il dispositivo per la determinazione della densità, è necessario moltiplicare la spinta idrostatica G = [W (a) – W (fl)] per il fattore 0,99983 (Corr).
Quindi:

$$\rho = \frac{W\,(a) \cdot [\rho\,(fl) - \rho\,(a)]}{[W\,(a) - W\,(fl)] \cdot Corr} + \rho\,(a)$$

Questo fattore prende in considerazione la spinta idrostatica supplementare applicata ai fili metallici che vengono ulteriormente immersi quando il campione viene posto nel cestino di immersione.

**Derivazione di questo fattore di correzione:**
La spinta idrostatica causata dall'ulteriore immersione dei fili metallici dipende dall'altezza "h" data dall'aumento del livello del liquido quando il campione viene immerso.

Il volume del campione V (pr) corrisponde al volume del liquido V (fl). Il volume del campione è determinato misurando la spinta idrostatica. Quindi si ha:

$$V\,(pr) = V\,(fl)$$

oppure

$$\frac{W\,(a) - W\,(fl)}{\rho\,(fl)} = \frac{\pi \cdot h \cdot D^2}{4}$$

$$\text{perciò, } h = \frac{4 \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]}{\rho\,(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

La spinta idrostatica "A" causata dai fili metallici immersi è:

$$A = 2 \cdot \frac{\pi - d^2}{4} \cdot h \cdot \rho\,(fl)$$

Usando "h":

$$\rho = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot 4 \cdot [W\,(a) - W\,(fl)] \cdot \rho\,(fl)}{4 \cdot \rho\,(fl) \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$A = 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

Per tenere in considerazione la spinta idrostatica dei fili metallici, si deve sottrarre la spinta idrostatica "A" prodotta dai fili dalla spinta idrostatica applicata al campione: G = W (a) – W (fl). La spinta idrostatica corretta "A (corr)" da usare in questo calcolo è : G – "A".

$$A\,(corr) = [W\,(a) - W\,(fl)] - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2} \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

$$A\,(corr) = \left[1 - 2 \cdot \frac{d^2}{D^2}\right] \cdot [W\,(a) - W\,(fl)]$$

Con questo dispositivo, per la determinazione della densità dei corpi solidi viene usato un becher grande di 76 mm di diametro e la struttura di immersione con due fili metallici con un diametro di 0,7 mm. Introducendo nell'equazione il valore numerico d = 0,7 mm e D = 76 mm, il fattore di correzione risulta:

$$1 - 2 \cdot \frac{0.7^2}{76^2} = \mathbf{0.99983}$$

Se si usano accessori di altre dimensioni, il fattore di correzione deve essere ricalcolato.

Sartorius Weighing Technology GmbH
Weender Landstrasse 94–108
37075 Goettingen, Germany

Phone +49.551.308.0
Fax +49.551.308.3289
www.sartorius.com

Copyright by Sartorius, Goettingen, Germany.
All rights reserved. No part of this publication may be reprinted or translated in any form or by any means without the prior written permission of Sartorius.
The status of the information, specifications and illustrations in this manual is indicated by the date given below.
Sartorius reserves the right to make changes to the technology, features, specifications and design of the equipment without notice.

Status: June 2012,
Sartorius Weighing Technology GmbH,
Goettingen, Germany

Printed in Germany on paper that has been bleached without any use of chlorine
W_YDK01_YDK01-0D_YDK01B · KT
Publication No.: WYD6093-ar12063